

## A KIBERNETIKAI MODELL ÉS A KIBERNETIKA NÉHÁNY ALAPVETŐ FILOZÓFIAI ALAPFOGALMÁNAK KAPCSOLATA

GYERGY ÁK FERENC

Minden tudomány azzal foglalkozik, hogy vizsgálati területén a természetben vagy a társadalomban érvényes törvényeket keresi. Ehhez felhasznál olyan jellemzőket, melyekkel a törvényszerűségeket leírja.

Az említett jellemzőkhöz absztrakcióval jutunk. Az absztrakció során elválasztjuk a lényegest a lényegtelenről, az általánost kiemeljük a különösből.

A valóság feltárására két alapvetően eltérő módszert különböztetünk meg: a differenciáló és integráló tudományokat. Ez azonban nem akar a tudományok új osztályozására irányuló kísérlet lenni, csak azt a célt szolgálja, hogy a kibernetikát ésszerűen el lehessen határolni a közismert többi tudománytól.

A *differenciáló tudományok* azzal, hogy egyre specializáltabb kérdéseket tesznek fel, mindinkább vizsgálati területük részleteibe hatolnak be. Ezáltal egy régi jellemző helyébe új jellemzők egész csoportja lép, amelyek egymástól bizonyos ismertető jegyeikben különböznek.

Ezzel az egyes tudományszakok ágakra válnak szét, amelyek egymástól egyre függetlenebbül fejlődnek tovább. Ez az eltávolodás az egyes tudományok között mindinkább nagyobb lenne, ha nem kísérelnénk meg általánosabb kérdések feladásával és megválaszolásával őket egymáshoz ismét közelebb hozni.

Ezt a célt szolgálják az *integráló tudományok*. Ezek feladata, hogy a különböző differenciáló tudományok, a fizika, a kémia, a biológia, az orvostudomány stb. által összegyűjtött egyes tényekben megtalálják azokat a közös vonásokat, amelyek túllépik az adott differenciáló tudományok kereteit.

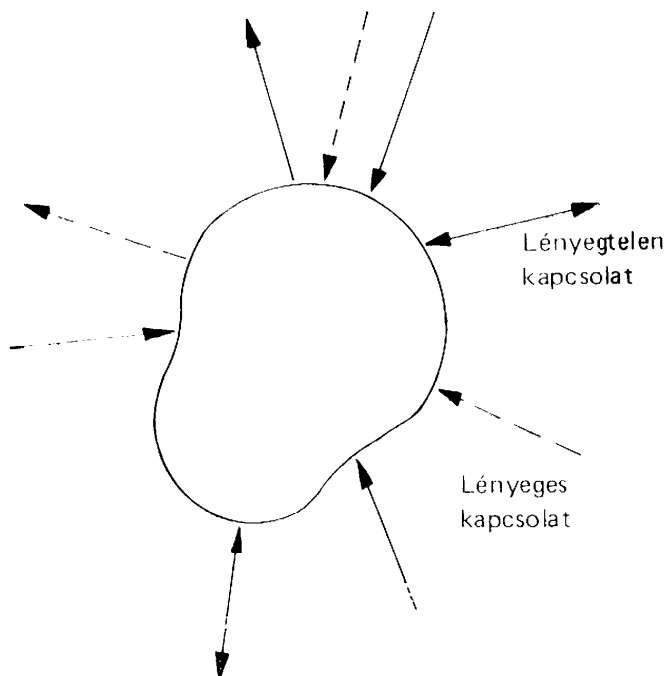
Vizsgálataik eszközei nem az egyes jellemzők, hanem a *jellemző osztályok*. Ezek olyan jellemzők csoportjai, melyek ismertetőjeleinek egy része közös, más része azonban különböző. Ezek a tudományok a valóság látszatra egészen különböző jelenségeit *egységes nézőpontból* akarják vizsgálni. Minden ilyen törvényszerűségnek bizonyos fokig függetlennek kell lennie a vizsgált objektum konkrét ismertetőjeleitől, ennél fogva egy integráló tudománynak olyan jellemzőkre van szüksége, amelyek ismertető jelei éppen ilyen változatosságot mutatnak. Ilyen jellemző osztály pl. a lengés. Lengésen értjük valamilyen jellemző periódikus váltakozását. Ebben a vonatkozásban érdektelen, hogy milyen jellemző változik periódikusan. Lehet az egy bolygó távolsága a Naptól, egy inga mozgása, feszültség váltakozása a villamos hálózatban, egy szabályozási kör szabályozott jellemzője a stabilitás határán.

Mivel az integráló tudomány a maga változó jellemzőivel dolgozik, olyan eredményekhez jut, amelyek esetleg több differenciáló tudományban is alkalmas módon értelmezhetők. A differenciáló tudományokban így adott esetben újabb kérdés vethető fel, amely az illető tudomány saját módszereivel megvizsgálható.

*A kibernetika integráló tudomány, amely, mint a vezérlés és szabályozás, a mechanizmusokban, élő szervezetekben és a társadalomban végbemenő információátvitel általános elméletét tárgyalja. Fő területe a rendszerek általános törvényszerűségeinek vizsgálata.*

### Kibernetikai rendszerek

A kibernetikának egy *visszatükröző* és egy *vezérlő* aspektusa létezik. A lényeges és a lényegtelen filozófiai kategóriára támaszkodva a kibernetika egy hatásos rendszerfogalmat alkot. A valóság valamely részét vizsgáljuk, akkor bennünket sosem annak valamennyi, hanem csak bizonyos számú tulajdonsága érdekel. Így a valóság vizsgált részét a külvilággal összekötő kapcsolatból csak egy részletet választunk ki. Úgy is mondhatjuk, hogy a valóságtól ezt a részt elhatároljuk. Ezt a valóságnak térben elhatároló részét anyagi struktúrájának néhány, a külvilággal fennálló lényegesként kitüntetett viszonyával konkrét rendszernek nevezzük. (1. ábra)



1. ábra

A rendszer és a külvilággal kitüntetett kapcsolatokat nevezzük lényeges kapcsolatoknak, az összes többi lényegtelen, vagy másodrendű. A konkrét rendszernek és a környezetnek kölcsönhatását *fizikai mennyiségek közvetítik*, melyeket *információk hordoznak*, ezek *lefutását a konkrét jellemzők közvetítik*. Ezáltal valamennyi *egy rendszerrel kapcsolatban megfigyelhető mennyiség szükségszerűen véletlenszerűvé válik*. A konkrét rendszerek lényeges mennyiségei természetesen nem függetlenek egymástól, hanem bizonyos összefüggés áll fenn köztük, melyek az időtől és a rendszer előéletétől függenek. Más szóval úgy is mondhatjuk, hogy a konkrét rendszerekben a figyelembe veendő időbeni változása *időfüggvényekben* jut kifejezésre.

Az időfüggvények közötti viszonyokat matematikailag is leírhatjuk, ezzel megkapjuk a viselkedés matematikai tükörképét. Ezek az összefüggések meghatározzák a konkrét rendszer viselkedését. Azonos viselkedésű konkrét rendszerek legalább is időlegesen hatásukat tekintve kölcsönösen helyettesíthetők egymással. Ez az *absztrakt vagy kibernetikai rendszer* fogalmához, mint *azonos viselkedésű konkrét rendszerek osztályához* vezet. Míg a konkrét rendszerekben a véletlenszerűségek miatt a matematikai leírás sem egyértelműen határozza meg a rendszer összefüggéseit, addig az absztrakt rendszert a matematikai összefüggései teljesen jellemzik.

A műszaki folyamatok leggyakrabban parciális differenciálegyenletekkel írhatók le. A továbbiakban csak olyan jelenségeket vizsgálunk, amelyek leíró egyenletei lineárisak és másodrendűnél magasabb deriváltakat nem tartalmaznak.

Az ilyen egyenletek általános  $n$  változás alakja:

$$a_{ij} \frac{\partial^2 u}{\partial x_i \partial x_j} + b_i \frac{\partial u}{\partial x_i} + cu + f = 0 \quad (i, j = 1, \dots, n)$$

Kétváltozós esetben:

$$a_{11} \frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} + 2a_{12} \frac{\partial^2 u}{\partial x_1 \partial x_2} + a_{22} \frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2} + b_1 \frac{\partial u}{\partial x_1} + b_2 \frac{\partial u}{\partial x_2} + cu + f = 0$$

Az  $a_{ij}$  együtthatók konkrét értéke szerint osztályozhatjuk az egyenleteket.

$$D = a_{11}^2 - a_{12}a_{21}$$

jelöléssel,  $D > 0$  esetén *hiperbolikus*,  $D < 0$  esetén *elliptikus*,  $D = 0$  esetén *parabolikus* differenciálegyenletekről beszélünk. Kétváltozós esetben például

$$D = a_{12}^2 - a_{11}a_{22}$$

A feladat típusa tehát a leíró egyenlet szerint határozható meg. A vizsgált folyamat modelljének realizálása során „szabadon választhatunk” mindazok a folyamatok között, amelyek ugyanolyan feladattípusba tartoznak. Hogy ez milyen előnyökkel jár az nyilvánvaló.

Egy kibernetikai rendszer tehát, melynek lényeges mennyiségeit oly módon lehet az  $y_1, y_2, \dots, y$  és  $x_1, x_2, \dots, x_k$  változók két csoportjába osztani, hogy az  $x_i$  mennyiségek összefüggésükben okozatilag függetlenek az  $y_i$  mennyiségektől, és az  $y_i$  mennyiségek egymásra pedig semmiféle befolyást nem gyakorolnak. A  $y_i$  mennyiségek neve bemenő, az  $x_i$  mennyiségek neve pedig kimenő mennyiség. Ez a rendszer felfogható mint átviteli tag, mely különböző állapotokban lehet. Valamennyi működési állapota meghatározza az  $y_i$  bemenő mennyiségeknek  $x_j$  kimenő mennyiségekké történő feldolgozási módját. A jelfeldolgozás folyamán egy tag állapota általánosan megváltozhat. Az ilyen átviteli tagok lesznek az ún. *automaták*, melyek az említett mennyiségeken kívül az állapot paramétereivel jellemezhetők.

Mivel a *kibernetikai rendszerek mindig irányított rendszerek*, szükséges, hogy legyen bennük olyan berendezés, amely a vezérlés funkcióit ellátja. Az irányítás potenciális lehetőségének szükséges feltétele a *rendszer szervezethez*. Ez azt jelenti, hogy meghatározott struktúrára van szükség, amely a rendszer elemeinek célszerű összetételében és a köztük fennálló kapcsolatokban fejeződik ki.

A szervezethez fogalma igen nehéz határozható meg pontosan, de érezhető, hogy a szervezet rendszerek meglehetősen távol állnak a termodinamikus egyensúlytól. A gázok például, amelyek rendszertelenül mozgó molekulákból állnak zérus szervezethez rendelkeznek míg az önfenntartásra és szaporodásra képes szervezetek magas szintű szervezethezük. Természetesen nem minden szervezett rendszer kibernetikai, viszont az összes kibernetikai rendszer bizonyos szervezethez mutat.

*A rendszerek funkcióját lényegében az információátvitel, a vezérlések és szabályozások, egyszóval az irányítások strukturális sajátosságaival határozzuk meg. A kibernetika szoros kapcsolatban van a matematikával és a filozófiával is.*

A filozófia, amely a valóság legáltalánosabb törvényszerűségeit vizsgálja, megadja a kibernetika fogalmi alapjait. A matematika, a fent definiált értelemben a legáltalánosabb integráló tudomány. Jellemzői minden ismertető jelükben változóak és úgy keletkeznek, hogy minden konkrétumtól elvonatkoztatunk. Ebben az értelemben pl. a geometria nem a tér tudománya, hanem olyan absztrakt objektumok közti viszonyoké, amelyek a valóságos tér egyeneseiként, pontjaiként stb. foghatók fel.

A matematika bocsájtja a kibernetika — vele az összes tudomány — rendelkezésére, a törvényszerűségek egzakt leírásához szükséges eszközöket. A differenciáló tudományoktól az integráló tudományokon át a matematikáig tehát két absztrakciós fokozaton haladunk keresztül az állandó dimenziójú jellemzőktől, a részben változó jellemzőkön át a matematikai objektumokig, amelyek jellemzői tetszőleges dimenziójúak.

## Modell

A modell fogalma két tárgy közti hasonlóságon alapul. A tárgy és a hasonlóság szavakat most igen tág értelemben használjuk. A hasonlóság lehet teljesen külsőleges, de vonatkozhat külsőleg egyáltalán nem hasonló tárgyak

belső szerkezetére vagy olyan tárgyak viselkedésének egyes vonásaira, amelyeknek sem formájában, sem felépítésében nincs semmi közös. A tárgyak lehetnek a természet élő vagy élettelen tárgyai, mesterségesek, ábrázolások, szimbólumok.

*Ha két tárgy között bármilyen legalább egyetlen vonatkozásban megállapítható a hasonlóság, akkor fennáll köztük a modell és az eredeti viszonya.*

A valóság valamely  $T_1$  részét akkor nevezzük a valóság egy más  $T_2$  része modelljének, ha a  $T_1$  tükrözi a  $T_2$  bizonyos tulajdonságait, és ha  $T_1$  kitüntetett tulajdonságai között  $T_2$  tulajdonságait is megtaláljuk. Ezt úgy is jelölhetjük, hogy  $T_1 \sim T_2$ .

A modelleket *viselkedésmoddellnek* nevezzük, ha az eredeti viselkedést tükrözik, *strukturálismoddellnek*, ha a felépítését, *formamoddellnek*, ha a térbeli alakját.

A viselkedés modellezésének alapja az a tény, hogy formailag, felépítési- leg és fizikai természetben lényegesen különböző folyamatokat tartalmazó rendszer viselkedésében lehet egyforma.

Már említettük, hogy *kapcsolat van az azonos kibernetikai rendszerhez tartozó valóságos rendszerek között*, és ezeket ugyanazok az egyenletek írják le. Célszerű ez ebben az értelemben egyenértékű két konkrét rendszer között. kapcsolatot átvinni a valóságnak arra a részére, amelyből ezek a rendszerek származnak. Ezt az egyszerűsítés útján végezhetjük el, ilyenkor az *egyszerűsített vagy homomorf modelltől* beszélünk. Ebben az esetben az egyszerűsített modell bizonyos mértékben eltér az eredeti modelltől, vagyis viselkedésükben hibák lépnek fel. Ezek a hibák: az *információvesztés*, melynél a leképzett rész bizonyos oldalai elkerülhetetlenül elmaradnak, és a leképezett modell bizonyos tulajdonságairól nem szerezhetünk tudomást, a *látzatiinformáció*, amikor a leképzéssel az egymást befolyásoló fizikai jellemzők nemcsak egymást befolyásolják hanem azokat a jellemzőket is, amelyekről mint lényegtelenektől a konkrét rendszer definiálása során eltekintettünk.

## A kibernetika filozófiai alapfogalmai

A következőkben az egyes filozófiai alapfogalmak tartalmát a mindennapi élet valóságos összefüggéseinek vizsgálatával próbáljuk meg röviden megismertetni.

### Az általános összefüggés elve

A világ valamennyi jelensége hol lazán, hol szorosan és időben állandóan változva egymással valamilyen összefüggésben van. Az ember igyekszik feltárni azokat az összefüggéseket, amelyek adott időszakban állandónak látszanak.

A függőségek hierarchiája, kezdve az időjárástól testünk minden sejtjéig, a kozmikus eseményektől az atomokig terjed. Az emberre hat az időjárás, ugyanakkor az időjárás befolyásolja a mezőgazdaságot, ez mindenki számára ismert. Viszont a mezőgazdaságtól függ élelmezésünk, mely testünk

megfelelő munkaképes állapotát biztosítja, de függ testünk állapota a környezettől, másrészt a legkülönbözőbb szerveink, és azok közötti folyamatok szoros összefüggésétől, melyek egymást szorosan befolyásolják. Ezek jelentik az orvostudomány problémáit.

A fenti példából is látható az általános összefüggés elve. Ahol csak kevés jellemző vagy jelenség áll egymással kapcsolatban, ott az egyedi jelenségek vizsgálata viszonylag könnyű, de ahol a szoros összefüggések nagy számúak, ott nehéz a vizsgálatot elkezdni. Ilyenkor ugyanis az áttekintést könnyen elveszíthetjük és a megállapított törvényszerűségek néha nem ellenőrizhetők. Így gyakran meg kell elégednünk a külsőségek, a formák leírásával.

Hasonló nehézségekkel az automatikában is találkozunk. Ha több olyan szabályozással van dolgunk, melyek egymást csak kis mértékben befolyásolják, akkor a zavaró jellemzőkbe bevonhatjuk azt a hatást, amelyet egy bizonyos szabályozási körre az összes többi gyakorol. A lehetőség erre az egyszerűbb leírásra azonban csődöt mond, ha a szabályozási körök szoros csatolásúak (hurkolt szabályozás). Ezek tárgyalása gyakran nagy matematikai nehézségekbe ütközik.

Az atomok felfedezésével és kutatásával a fizikában is olyan összefüggésekre bukkantak amelyeknél csak néhány tényező vizsgálata már nem volt elegendő.

A világ egyes objektumai közti összefüggéseket konkrét jellemzők hozzák létre, melyek révén egymásra hatnak az egyes objektumok, amelyek között különösen szorosak a kölcsönhatások.

Így a valóság egymással összefüggő részei mozaikot alkotnak, amelyet meghatározott jellemzők, mint pl. erők, energiák tartanak össze. De hasonló a helyzet a társadalmi összefüggések rendszerében is. Mi is a kölcsönös összefüggések sokaságába tartozunk, ezáltal egyéni sorsunk szorosan összefonódik a társadalom egészével és mint egység növekvő mértékben függetlenedik a természeti véletlenektől.

### Kölcsönhatás és okság

Mint tudjuk tudatunk először csak a felszínt tükrözi azt ami a vizsgálat pillanatában a legfontosabb, a másodrendű összefüggések mindaddig rejtve maradnak, ameddig nem tudunk behatóbb vizsgálatokat végezni. Érzékszerveink, illetve műszereink természetes korlátjai révén tehát a jelenségeket automatikusan rangsoroljuk, fontosságuk szerint értékeljük. Ebben szubjektív vonások is vannak. A megismerés pillanatnyi állapota szerint bizonyos dolgok és jelek között kezdetben semmi összefüggés nincs, mégha a későbbi vizsgálattal utólag köztük függések meg is állapíthatók.

A megismerés folyamatában a bonyolult és összekuszált összefüggéseket egyszerűekre bontjuk fel. Az ilyen egyszerű összefüggések tipikus karakterét megismerjük, ha külvilág két tetszőleges jellemzőjét, pillanatnyi lehetőségeknek megfelelően vizsgáljuk a köztük fennálló kapcsolatokat.

Ehhez a függőség három alaptípusát kell megtárgyalnunk: a függetleniséget, az okozati (kauzális) összefüggést és a kölcsönös összefüggést, melyből a kölcsönös összefüggés az általános eset. A másik kettő csak a valóság rész-

rendszereiben létezhet, amelynek elhatárolásával elérhető, hogy bizonyos függések bennük ne érvényesüljenek.

#### a) *A függetlenség*

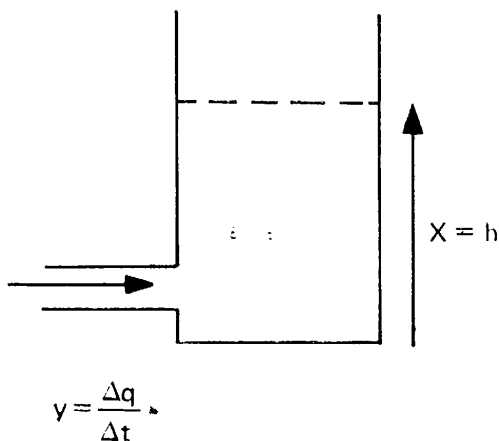
Az olyan jellemzőket amelyek egymást nem befolyásolják egymástól függetlennek nevezzük. Mivel minden jelenséget a rá vonatkozó jellemző csoportja határozza meg, a jelenségek egymástól függetlenek. Mivel minden kijelentésünk ismereteink jelenlegi állapotának felel meg, azokat a jellemzőket tekintjük függetlennek, melyek között semmiféle befolyást nem tudunk megállapítani. Ebben az értelemben független egy tartály szintje a benne levő folyadék sűrűségétől, egy egytárolós arányos tag időállandója az ugrásszerű zavarások amplitúdója, vagy pl. a vércukorszint a szem által észlelt fény intenzitásától.

A valódi függetlenséget absztrakciónak kell tekinteni, olyan határesetnek, amelyet egyre gyengülő függőségek sorozatán át közelítünk meg.

#### b) *Az okozati (kauzális) összefüggés*

Valamely  $x$  jellemző akkor függ kauzálisan valamilyen  $y$  jellemzőtől, ha az  $y$  jellemző az  $x$  jellemzőt befolyásolni tudja, de ki van zárva, hogy megfordítva, az  $x$  jellemzőnek az  $y$  jellemzőre befolyása legyen. Az eseményeket vagy folyamatokat akkor nevezzük kauzálisan összefüggőeknek, ha a hozzájuk tartozó jellemző csoportok egymással okozati összefüggésben vannak.

Így pl. okozati összefüggés látható egy tartályban levő folyadékszint és a beáramló folyadék mennyisége között, ha a szint függ a beáramló folyadék mennyiségétől (2. ábra) a nyersvas minősége a kohósításnál hozzáadott adalékanyagoktól, a szabályozott jellemző értéke a szabályozási körbe jutó zavaroktól stb.

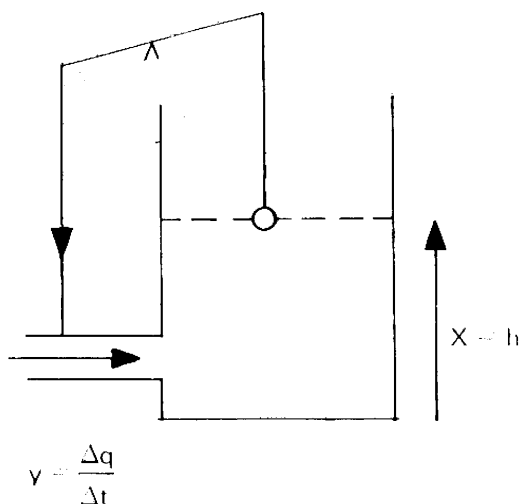


2. ábra

Az okozati összefüggést is absztrakciónak kell tekinteni, valódi okozati összefüggésről csak akkor lehetne beszélni, ha bizonyítani lehetne, hogy az  $x$  jellemzőnek az  $y$  jellemzőre semmiféle visszahatása nincs. Másképp fogalmazva az okozati összefüggés azonos az egyirányú hatással, ha ellentétes hatástól el lehet tekinteni.

### c) Kölcsönös összefüggés

Két jellemző —  $x$  és  $y$  — akkor függ kölcsönösen egymástól, ha az  $y$  jellemző az  $x$  jellemzőt, és megfordítva, az  $x$  jellemző az  $y$  jellemzőt befolyásolni tudja. Ha ezt a fogalmat a jellemzők csoportjaira, illetve jelenségekre visszük át eljutunk a kölcsönhatás fogalmához. A 3. ábrán a beömlés és a tartályszint között kölcsönhatás áll fenn, mivel az úszó a hozzácsatlakozó kétkarú emelő és a tolózár közvetítésével visszacsatolásban van a tartályszint és a beömlés között. A mindkétirányú hatást ebben az esetben egy-egy külön mechanizmus valósítja meg.



3. ábra

De ez általában nem így van: pl. egy ohmos ellenállásra kapcsolt  $u$  feszültség is  $i$  áram kölcsönösen függ egymástól. Az  $i$  áram ugyanis az ellenállás kapcsain levő  $u$  feszültségtől függ, és fordítva az áram, az ellentétes előjelű töltéshordozók egyesítésével csökkenteni igyekszik a feszültséget. Itt nem lehet a két hatásirányra különböző részrendszereket kimutatni.

A kölcsönhatás elfajulhat okozati hatássá abban az esetben, ha a hatás az egyik irányban olyan gyenge, hogy nem észlelhető vagy elhanyagolható.



## Struktúra és funkció

Valamely rendszer *struktúráján* a részrendszerekből való felépítését értjük. Egy rendszer *funkciójának* nevezzük annak viselkedését külső hatásokra, míg a *viselkedés* a konkrét jellemzők időbeli befolyását jelenti. Szoros kapcsolat van egy rendszer strukturális felosztása és funkciói között.

Miként a bennünket körülvevő világ vizsgálatában, itt is mindenféle lehetséges összefüggésből választunk ki egyet, ami azt jelenti, hogy megkeressük a lényeges jellemzőket és a köztük levő kapcsolatokat (funkciókiválasztás), ugyanakkor egyúttal a vizsgált objektumokat is kiválasztottuk (strukturákiválasztás).

Minden vizsgálati objektum a megismerés adott szintjén egy bizonyos struktúrát mutat, azaz az alaprészecskék készletéből a mindenkori struktúra részecskéiből épül fel, amelyek egymással kapcsolatba lépnek. Ezáltal a vizsgált rendszer egy sor funkciót kap, melyek a megadott finomságú struktúrának a segítségével magyarázhatók. Lehetséges azonban, hogy a rendszer új funkciókat, új tulajdonságokat mutat fel, amelyek a rendelkezésre álló strukturális felosztásból már nem magyarázhatók, ebben az esetben a struktúrát finomítani kell. Lehetséges azonban az is, hogy a vizsgálatok finomabb struktúrákhoz vezetnek, ekkor az a feladat, hogy meghatározzuk ezekhez a struktúrához kapcsolódó mélyebben rejlő funkcióit. Ezeket a nagyon általános kapcsolatokat a struktúra és a funkció között a valóság minden területén megfigyelhetjük.

Pl. csak a kémia fejlődésével jöttek rá olyan összefüggésekre, amelyek megmagyarázásához szükség volt az anyagok felbontására elemi részecskékre. De még kielégítőnek bizonyult a struktúra olyan elképzelése, amelyben az atom játszotta a főszerepet. A rádióaktivitás még mélyebben rejlő összefüggéseinek felfedezése viszont szükségessé tette a strukturális elképzelés további finomítását, amelyben már lényeges jelentősége van az atommag felépítésének.

A dialektikus materializmus szerint ennek a folyamatnak nincs vége, azaz a megismerés magasabb fokán az elektronok, protonok, neutronok belső felépítését is meg kell ismernünk. Hasonló fejlődés tapasztalható az automatizálás területén is. Manapság még többnyire beérjük a koncentrált paraméterek leképezésével, de meg kell ismernünk az elosztott paraméterek nyújtotta előnyök kihasználását is.

Hasonló strukturális finomságok és gazdagodó tartalmú kapcsolatokkal találkozunk a társadalomban és az élő szervezetek biológiájában is.

## Szükségyszerűség és véletlen

Jelenlegi tudásunk és megismerőképeségünk korlátozott. Ez arra kényszerít, hogy a valóságot leegyszerűsítve elhanyagolásokkal mutassuk be, ilyenkor kielégítőnek tekintünk bizonyos strukturális felosztásokat és lényegesnek az, ehhez tartozó kapcsolatokat. A valóságban viszont finomabb struktúrák vannak, így még sokféle más kapcsolat is fennáll.

A valóságban meglévő függőségek és kapcsolatok figyelmen kívül hagyása következtében a megfigyelt jellemzők nem viselkednek abszolút meghatározhatóan, hanem bizonyos fokig a véletlentől, attól a véletlentől, amely az ismeretek hiányosságaiából származik, függnék.

Valamely jellemző törvényszerű, szükségszerű meghatározott lefolyásán azt értjük, amely a lényegesnek kijelölt jellemzők kizárólagos hatására következnek be. Ez a szükségszerű menet ugyan objektíve mindig létezik, azonban önmagában mégsem figyelhető meg soha, mivel mindig jelen van a járulékos jellemzők sokasága, amelyek a vizsgált jellemzőt szintén befolyásolják és véletlenszerűséget kényszerítenek rá.

A véletlen befolyása lehet gyenge, akkor a szükségszerűség viszonylag tisztán jelentkezik. Innen jutunk a konkrét jellemzők véletlentől mentes absztrakciójához.

Más esetben viszont a véletlen erősen zavaró módon jelentkezik, és meg kell keresni azokat az eszközöket, amelyekkel az alapul szolgáló szükségszerű lefolyást meg tudjuk szabadítani a véletlen okozta torzításoktól.

Nézzünk néhány példát a véletlen befolyásának különböző fajtáiról. Vizsgáljunk meg egy lövedéket, melyet bizonyos szögben, bizonyos kezdő sebességgel a légkörbe lövünk. A mechanika törvényei a választott kezdeti feltételeknek megfelelően meghatározzák a lövedék pályáját, azaz annak szükségszerű (törvényszerű) mozgását. A valódi pálya azonban ettől az idealizált, előírt pályától mindig különbözik, mivel a lövedékre hat a méreteitől, a sebességtől függő légellenállás. Ez a lövedéket fékezi és pörgettyű mozgását megzavarja. A véletlen itt állandóan hat és összegzett hatása következtében a valódi célpont a tervezettől eltér.

Életünk folyását sok ismeretlen tényező is meghatározza, azért mindig erős véletlen-összetevővel kell számolnunk.

A véletlen jelentősége az automatika berendezéseinél sem lebecsülendő. Hiszen a szabályozások és vezérlések azt a célt szolgálják, hogy csökkentsék a véletlen befolyását egy vagy több fontos jellemző alakulására.

A követő- vagy a menetrendi szabályozásban a szabályozott jellemző a kívánt szükséges és törvényszerű változásoktól eltekintve, véletlenszerűen is változik. Ezt a zavaró jellemzők összesített maradék befolyása idézi elő.

## Jel és információ

Vizsgáljunk meg egy  $S_1$  rendszert. Az általános összefüggések alapján a valóságban ez a rendszer környezetével kölcsönhatásban áll. A kölcsönhatás jellegét vizsgálva nézzük hogyan hat a rendszer a környezetére valamely  $X$  jellemzőnél fogva, melynek értékei bármely időpillanatban hozzáférhetők az  $S_1$  rendszeren kívül. Feltételezzük, hogy  $x$  olyan eloszlás, amely az  $S_1$  rendszerből az  $S_2$  rendszerbe való átmenetnél értékét megváltoztatja, és azt az  $S_2$  rendszerbe felfogja. A felfogott értékek bizonyos változásokat idéznek elő az  $S_2$  rendszerben, illetve arra készíthetők, hogy meghatározott módon hasson környezetére. Az ilyen  $x$  jellemzőt *jel*nek nevezzük.

Az  $S_1$  rendszert adónak, az  $S_2$  befogadó rendszert vevőnek nevezzük. Amennyiben az  $S_2$ -ből kiinduló esemény, amelyet egy jel váltott ki, újból hat

az  $S_1$  rendszerre, és ezt újabb saját környezete felé irányuló hatásra készíti, záródó átviteli csatornáról vagy jelátviteli hurokról beszélünk. Ellenkező esetben az  $S_1$  és  $S_2$  között működő jelátviteli rendszert *jelátviteli láncnak* nevezzük.

Általában nem a teljes leadott  $x$  jellemző, melyet jelhordozónak is nevezünk, fontos a vevő számára, hanem a vett jelen belül a hatást kiváltó paraméter menete, amelyet *információnak* nevezünk. Egy jel *információ-tartalmán* a jelentéshalmaznak azokat az elemeit értjük, amelyeket az információ-hordozó paraméter állapotai kiválasztanak.

Nézzünk néhány példát ezekre az általános fogalmakra. A sajtó, a rádió és a televízió minden nap közvetít nekünk információt. Az újság információ-tároló jellegű. Az olvasás folyamatában válik időbelivé az a jellemző, melyet a fekete és fehér térbeli eloszlása határoz meg. Információhordozó paraméterek az összefüggő szimbólum felismerése, a szavak, mondatok és egész elolvasott szakaszok értelmezése. Vagyis a megértés folyamata azzal jár, hogy az információ, a részletekről lemondva, mindig tömörebb alakot ölt. Mindez a jelentések tartományában, önálló folyamatként megy végbe. Az elolvasott szöveg az olvasót cselekvésre, ill. környezete felé irányuló meghatározott magatartásra készíti.

Hasonlóan megy végbe az információ-feldolgozás egy vezérlési vonalon, vagy egy szabályozási körben. Ezek, mint már említettük, strukturálisan elhatárolt részrendszerekből épülnek fel, amelyekben a jelek haladási iránya egyértelmű.

Minden ilyen részrendszer más tagokból, illetve a környezetből kapja a jeleket, és a vett jeleknek megfelelő hatást gyakorol más részrendszerekre.

Egy többállású tag például tetszőleges menetű bemenő jellemző vételére képes. De a jelentősége egy ilyen tag számára csupán annak van, hogy a bemenő jellemző értékei bizonyos határokat felülmúlnak, vagy azok alatt maradnak-e, azaz a jelentések halmazának csak véges számú megkülönböztethető eleme van. Minden ilyen elem a többállású tag kimenő jellemzőjének véges számú lehetséges állapota közül egy pontosan meghatározottat hoz létre.

## A rendszerek fejlődése és alkalmazkodása

Eddig úgy tekintettük a valóság rendszereit, mint merev képződményeket amelyek emlékeze tefügghet ugyan a múlttól, de a megfigyelés időpontjában tulajdonságaik állandóak. Ez a megállapításunk azt tételezi fel, hogy csak egy kis időintervallumban vizsgálunk, akkor megállapíthatjuk, hogy szükségszerűen változások mennek végbe benne, hatása megváltozik a környezete iránt. Ezt fejlődési  *folyamatnak hívjuk.*

A teljes rendszer fejlődése két tipikus utat követhet: beszélhetünk, *fejlődésről* és *visszafejlődésről*. Egy fejlődő rendszer, úgy változtatja meg struktúráját, hogy a funkcióját zavaró környezeti beavatkozások hatását csökkentve, a funkciót támogató beavatkozásokat pedig előmozdítsa. Ez úgy valósul meg, hogy az összfunckióba finomabb struktúra elemek is bekerülnek, és ezek között szorosabb csatolások jönnek létre. Ennek következtében a külvilággal szembeni önállósága növekszik.

*Visszafejlődés esetén* éppúgy létrejönnek a rendszer strukturális változásai, de ezek nem segítik elő a funkciókat, hanem mind nagyobb befolyást engednek a zavaró beavatkozásoknak. Ez úgy jöhet létre, hogy az elemek közötti csatolás csökken, és végül az egész rendszer működésképtelenné válik.

Példaként vizsgálható a biológiában a fajok fejlődése, vagy az emberi társadalom fejlődése is.

Hosszabb időn át ható megváltozott környezeti tényezők az egyedek maradó biológiai megváltozását, illetve pusztulását okozzák. Ilyenkor olyan alkalmazkodási folyamat kezdődik, amelyekben Darwin szerint azok az egyedek maradnak fenn, amelyek belső struktúrája úgy alakul át, hogy ők a megváltozott környezeti feltételek között életképesek, és érvényesülni tudnak. Különös fontossága van az öröklési információknak. A struktúra lényeges jellemzőit kromoszómák tárolják és ők továbbítják az utódoknak.

Minden egyes individuum fejlődési perioduson megy át, egy bizonyos időponttól kezdve azonban visszafejlődik mindaddig, míg életképessége meg nem szűnik.

A tanuló automaták azok a rendszerek, amelyek fejlődésre képesek, mivel a tárolt információk, azaz a tárolóban bekövetkezett strukturális változások alapján a rendszer egyre jobban és jobban képes feladatát teljesíteni. Azonban ezek is egy idő múlván a működésükkel együttjáró kopás következtében visszafejlődnek, feladatukat egyre pontatlanabbul látják el.

## *I R O D A L O M*

- W. Ross Ashby: Bevezetés a kibernetikába (Akadémiai Kiadó Bp. 1972.)  
Manfred Peschel: Kibernetikai rendszerek (Műszaki Könyvkiadó Bp. 1973.)  
Tyeplov: Kibernetika (Műszaki Könyvkiadó Bp. 1963)  
W. J. Karplus: Analóg Simulation New York – Toronto – London Mc Graw – Hill, 1958.  
Szücs Ervin: Hasonlóság és modell. (Műszaki Könyvkiadó Bp. 1972.)  
Petrik O.: A modellezés a technikában (Műszaki Könyvkiadó Bp. 1966.)  
Filozófiai Kislexikon Kossuth Könyvkiadó Bp. 1978.